

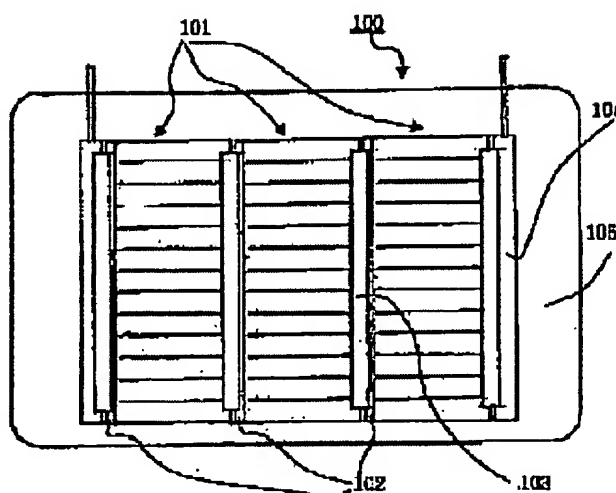
**BEST AVAILABLE COPY****SOLAR BATTERY MODULE**

**Publication number:** JP6196743  
**Publication date:** 1994-07-15  
**Inventor:** TAKEHARA NOBUYOSHI; INOUE YUJI; MURAKAMI TSUTOMU  
**Applicant:** CANON KK  
**Classification:**  
- international: H01L31/04; H01L31/042; H01L31/04; H01L31/042;  
(IPC1-7): H01L31/042  
- european:  
**Application number:** JP19920344800 19921224  
**Priority number(s):** JP19920344800 19921224

Report a data error here

**Abstract of JP6196743**

**PURPOSE:** To provide a solar battery module with a small number of operating steps and a high productivity instead of a series step using a bus bar. **CONSTITUTION:** A semiconductor layer, a transparent electrode layer and a collection electrode are formed on a conductive substrate, and they are cut in a desired size, and solar battery cells 101 are formed. Subsequently, a collection electrode layer 106, the transparent electrode layer and the semiconductor layer along one side of the solar battery cells 101 are respectively removed, and each solar battery cell 101 formed so as to expose a part 102 of the surface of the conductive substrate is arranged between electrode terminal tabs 104 on a flat plate in a transverse row, and members 103 for series connection are stuck between the adjacent solar battery cells 101. Thus, a solar battery module can be manufactured easily and speedily without performing troublesome operations such as a soldering and a coating of an insulating resin. Further, a bus bar for concentrating a current is eliminated and the whole shape of the solar battery module can be flattened.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-196743

(43) 公開日 平成6年(1994)7月15日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 31/042

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7376-4M

H 0 1 L 31/04

R

7376-4M

C

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平4-344800

(22) 出願日 平成4年(1992)12月24日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 竹原 信吾

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72) 発明者 井上 裕二

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72) 発明者 村上 勉

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 福森 久夫

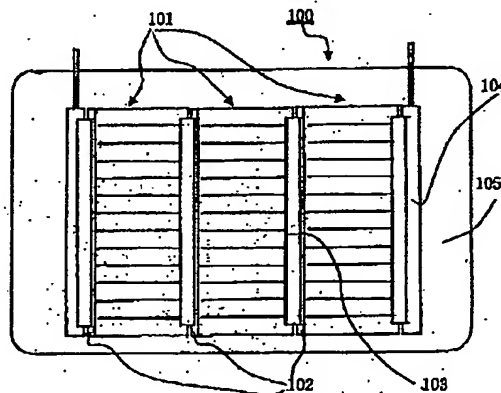
(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュール

(57) 【要約】

【目的】 バスパワーを用いた直列化工程に代えて、作業工数が少なく生産性の高い太陽電池モジュールを提供することを目的とする。

【構成】 導電性基体上に半導体層、透明電極層、集電電極106を形成し、所望の大きさに切断して、太陽電池セル101を作製する。続いて、太陽電池セル101の一侧に沿う集電電極層106、透明電極層、半導体層を夫々除去し、導電性基体の表面の一部102を露出させる。前記のように作製された各太陽電池セル101は、平板上に横並び状態で電極端子タブ104の間に並べ、隣接する太陽電池セル間には直列接続用部材103を張り付ける。

【効果】 本発明の太陽電池モジュールは、半田付け、絶縁樹脂の塗布等の面倒な操作を経ることなく簡単かつ迅速に製造でき、また、電流を集中させるバスバーが不要となり、太陽電池モジュールの全体形状を平坦化できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性基体と、該基体上に設けられ光電変換機能を有する半導体層と、該半導体層上に設けられる透明導電膜と、該透明導電膜上に設けられる複数の集電電極から成る複数の太陽電池セルを直列接続した太陽電池モジュールにおいて、隣接する太陽電池セル同士のうち一方の太陽電池セルの集電電極と他方の太陽電池セルの導電性基体との間に直列接続用部材を介在させ、該直列接続用接続部材は、金属層と、該金属層の一面側に所定間隔で設けられる一対の導電性接着層と、該両導電性接着層により挟まれた絶縁性接着層とにより構成し、前記一対の導電性接着層のうちの一方の導電性接着層を前記一方の太陽電池セルの集電電極に接触させ、前記絶縁性接着層を前記隣接する太陽電池セル同士が互いに絶縁状態となるように位置させ、前記一対の導電性接着層のうちの他方の導電性接着層を他方の太陽電池セルの導電性基体と接触させるようにしたことを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項2】 前記直列接続用部材を構成する導電性接着剤及び絶縁性接着剤は、感圧型接着剤であることを特徴とする請求項1に記載の太陽電池モジュール。

【請求項3】 各太陽電池セルに夫々複数の透孔を設け、該透孔に導電性の接続部材を充填し、該接続部材の一端側を当該太陽電池セルの集電電極に接続し、該接続部材の他端側を当該太陽電池セルの導電性基体に接続したことを特徴とする請求項1に記載の太陽電池モジュール。

【請求項4】 前記透孔は、その近傍の上部電極がエッチングにより除去されていることを特徴とする請求項3に記載の太陽電池モジュール。

【請求項5】 前記透孔は、少なくとも上部電極と基板と絶縁するように、絶縁処理されていることを特徴とする請求項3又は請求項4に記載の太陽電池モジュール。

【請求項6】 前記絶縁処理は、電着法を用いて行うことを特徴とする請求項5に記載の直列化太陽電池。

【請求項7】 導電性基体上に、下部電極層、半導体層、上部電極層、上部電極層の収集電極である櫛型電極を順次有し、さらに櫛型電極の収集電極であるバスバー電極を有する太陽電池セルを複数の直列接続した太陽電池モジュールにおいて、前記バスバー電極は、前記導電性基体の下に位置し、かつ、隣接する太陽電池セルの端部間に跨って位置することを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項8】 前記バスバー電極は、隣接する太陽電池セルの夫々の端部間に位置することを特徴とする請求項7に記載の太陽電池モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、太陽電池モジュール、特に太陽電池セルの直列化工程の改良に関するものであ

る。

## 【0002】

【従来の技術】 アモルファスシリコン太陽電池は、図4に示すように、導電性基体404と、アモルファスシリコンから成る光電変換層403と、反射防止層を兼ねた透明導電層402と、集電用グリッド電極401とがその順序で形成されており、該グリッド電極401側から入射する光は光電変換層403内で電流に変換され、透明導電層402を介して、集電用グリッド電極401と導電性基体404の間から出力として取り出されるが、光電変換層403が、例えばアモルファスシリコンの一層のみから成る場合、その出力電圧は0.7V程度の低い値であるので、実用上は数個から数百個の光電変換層を直列に接続する等、各種の出力増大の手法が採用されている。具体的には、導電性基体上に光電変換層を設けた太陽電池セルの場合、配線材を介して直接的な配線を施し、もってセルを直列接続をした太陽電池モジュールとして作製する必要があった。

【0003】 従来、太陽電池モジュールは、例えば、図6に示すように、各太陽電池セル600上のバスバー601の一端部を半田602aを介して夫々接続用銅タブ603の一端部に接続し、さらに、該銅タブ603の他端部は、当該太陽電池セルに隣接する太陽電池セルの半導体層を除去して形成された導電性基体の露出部分604に半田602bを介して接続していた。また、太陽電池セルの周囲は、導電性基体の一部が露出しているので、該露出部分とバスバー601との短絡を防止するべく、該バスバー601の両端近傍は絶縁材605を介して絶縁し、また、当該太陽電池セルとこれに隣接する太陽電池セルの基体同士の接触を防止するべく、太陽電池セル600の側面に沿って絶縁材606を設けていた。なお、前記バスバー601は、多数の集電電極607に導電性接着剤608を介して接続され、電流が集中する部材であるので、導電率の高い金属線が用いられている。同図において、609は電極端子用タブ、610は封止樹脂である。

【0004】 図7は、前記従来の太陽モジュールの直列化工程をさらに詳細に説明するものである。まず、図7(a)に示すように、太陽電池セル600の周囲に形成される導電性基体露出部分の一部に絶縁材たる樹脂605を、そして一側端に沿って絶縁材たる樹脂606を塗布し、これらを硬化させる。次に、図7(b)に示すように、バスバー601を導電性接着剤608を介して集電電極607に接着し、該接着剤を硬化させる。次に、図7(c)に示すように、当該太陽電池セルに隣接させて他の太陽電池セルを並べ、直列用金属タブ603の一端部と当該太陽電池セルのバスバー601の一端部を半田602aを介して接続し、さらに、該金属タブ603のもう一方の端部を隣接する他の太陽電池セルの導電性基体露出部分604に半田602bを介して接続し、も

って、直列化工程を終了する。

【0005】図22は、上記導電性基体露出部分を形成する他の構成例を示すものであり、ステンレス基板2201に薄膜の半導体層を形成し、基板2201の一部に基板露出部分2202を設け、第1の太陽電池のバスバー2204と第2の太陽電池の基板露出部分2202とを接続する手法が提案されている。なお、図22中、2203は集電電極である。

【0006】また、他の例として、隣の太陽電池セルの光入射側に重ねていく方法がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の太陽電池モジュールの直列化の手法では、絶縁材の付与、バスバー601の固着、配線材の半田付けが直列化のために必要であり、手間が掛かり過ぎて生産性が悪い。また、バスバー601には電流が集中するためにバスバー601を断面積の大きい導線で形成する必要があるが、太陽電池セルの薄型化を妨げている。この場合、バスバー601の厚みを無闇に薄くすると、電流容量を大きくするためには幅を広げなければならず、バスバー601で覆われるいわゆる影になる部分に応じて太陽電池セルの出力を削減してしまうという問題が生じる。しかも、電流の集中の問題は、バスバー601に接続された直列接続用金属タブ603においても生じるので、金属タブ603の断面積も大きくする必要がある。さらには、半田602a、602bを多用するので、半田付け時に必要なフラックスの残存物がセルの信頼性に悪影響を与える虞がある。

【0008】また、上記従来の太陽電池モジュールは、各太陽電池セルを直列接続した後に、耐環境性を持たせるためにEVAなどの高分子樹脂やフッ素樹脂などの被覆材で被覆する必要があるが、バスバー電極の厚みが厚いと、必然的に太陽電池セル上に被覆する被材の量も増え、そのため、太陽電池モジュールのコストが高くなり、また、太陽電池モジュールの厚みや重量が増加するという問題があった。

【0009】さらに、バスバー電極の厚みが厚い場合、被覆材の量を増やしても、依然としてバスバー電極上の被覆材全体は薄いので、太陽電池モジュールの耐スクラッチ性が悪いという問題があった。

【0010】また、図22に示す構成の場合、直列化を行うために基板2201内に基板露出部分2202を設ける必要があるため、該部分2202は太陽電池の発電に寄与しない部分であり、有効面積が小さくなって太陽電池の有効利用が図ることができないこと、バスバー2204を設ける必要があるためにこの部分も影になり変換効率の損失となること、基板露出部2202の形成や基板2201のような複雑な形状を作製することが難しい等の製造上の問題がある。

【0011】さらには、電気的接続が不安定であること

や太陽電池に対して外力が加わって曲げられたとき容易に接続が不良となる問題があった。

【0012】

【発明の目的】本発明は、上記従来技術の課題を解決するべくなされたもので、バスバーを用いた直列化工程に代えて、作業工数が少なく生産性の高い太陽電池モジュールを提供することを目的とする。

【0013】また、本発明の他の目的は、変換効率が高く、太陽電池モジュールの厚みが薄く、軽量であり、しかも高品質で、安価な太陽電池モジュールを提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、導電性基体と、該基板上に設けられ光電変換機能を有する半導体層と、該半導体層上に設けられる透明導電膜と、該透明導電膜上に設けられる複数の集電電極からなる複数の太陽電池セルを直列接続した太陽電池モジュールにおいて、隣接する太陽電池セル同士のうち一方の太陽電池セルの集電電極と他方の太陽電池セルの導電性基体との間に直列接続用部材を介在させ、該直列接続用接続部材は、金属層と、該金属層の一面側に所定間隔で設けられる一対の導電性接着層と、該両導電性接着層により挟まれた絶縁性接着層とにより構成し、前記一対の導電性接着層のうち一方の導電性接着層を前記一方の太陽電池セルの集電電極に接触させ、前記絶縁性接着層を前記隣接する太陽電池セル同士が互いに絶縁状態となるように位置させ、前記一対の導電性接着層のうち他方の導電性接着層を他方の太陽電池セルの導電性基体と接触させるようにしたことを特徴とする。

【0015】この場合、前記直列接続用部材を構成する導電性接着剤及び絶縁性接着剤は、感圧型接着剤であることが好ましい。

【0016】また、直列接続用部材は以下のような手順で製造する。まず、所定のテープ幅を有する金属箔、あるいは金属膜を蒸着した絶縁性のシートを用意する。次に、ディスペンサを用い、前記テープ幅のシートのシート端位置から導電性接着剤、絶縁性接着剤、導電性接着剤をその順序で載せ、スキージングにより夫々均一な膜厚とする。

【0017】前記直列接続用部材に用いられる導電性接着剤は、微粉末状の金、銀、銅、ニッケル、カーボン等を、バインダーポリマーに分散させたものが好適である。該バインダーポリマーとしては、ポリエステル、エポキシ、アクリル、ポリビニルアセテート、ゴム、ウレタン、フェノール等の樹脂が挙げられる。特に、感圧型の接着剤たるアクリル系、ゴム系のものを用いれば、加熱硬化が不要となり、工数削減に寄与できる。

【0018】前記絶縁性の接着剤としては、感圧型の接着剤たるアクリル系、シリコン系、ゴム系のものが好適である。

【0019】前記金属層としては、アルミニウム、銅、ステンレス等が好適である。

【0020】本発明に係る太陽電池モジュールの製造過程に用いられる平板としては、モジュール内に封止するときには薄い塗装鋼板やナイロン樹脂シート、ポリエステル樹脂シート等が好適であり、一緒に封止しないときには、接着剤が付着しないPTFEシート等が好適である。

【0021】前記封止用樹脂としては、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA樹脂)、ポリビニルブチラール、シリコン樹脂が好ましい。

【0022】前記導電性基体としては、ステンレス、アルミニウム、銅、カーボンシート等が挙げられる。

【0023】前記光電変換機能を有する半導体層としては、pin接合アモルファスシリコン、pn接合多結晶シリコン、 $\text{CuIn}_2\text{Se}_2/\text{CdS}$ 等が挙げられる。該半導体層は、アモルファスシリコンの場合はシランガス等のプラズマCVDにて、多結晶シリコンの場合は溶融シリコンのシート化にて、 $\text{CuIn}_2\text{Se}_2$ の場合は電子ビーム蒸着、スパッタリング等にて形成される。

【0024】前記透明電極としては、酸化インジウム、酸化スズ、ITO、酸化亜鉛、酸化チタン、高濃度不純物ドーピングした結晶性半導体層等が好適であり、その形成方法としては、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタリング法、スプレー法、CVD法、不純物拡散法等が挙げられる。

【0025】

【作用】図1に示すような複数の太陽電池セル101を直列化した太陽電池モジュール100の作製工程の一例を説明する。

【0026】まず、図2に示すように、導電性基体204上に半導体層203、透明電極層202を形成した後、導電性インクをスクリーン印刷することによって集電電極201を形成し、所望の大きさに切断して、太陽電池セル200を作製する。続いて、各太陽電池セル200の一端部に沿う集電電極層201、透明電極層202、半導体層203を夫々除去し、導電性基体207の表面の一部を露出させる。前記のようにして作製された各太陽電池セル200は、平板208上に横並び状態で電極端子タブ(図1に示す104)の間に並べ、隣接する太陽電池セル間には直列接続用部材203を張り付ける。なお、なお、前記平板208は、太陽電池セル200と一緒に封止しても差し支えない。図5は、直列接続用部材503の張り付け直後の平面視状態を示すものである。

【0027】前記直列接続用部材203を張り付ける際には、図2に示すように、絶縁性接着剤203cが、一方(図2では左側)の太陽電池セル200の一端端部を覆うように、その位置や押圧力を設定することが肝要である。張り付け後は、熱処理して直列接続を完成する。

直列接続用部材203に使用されている接着剤203cが感圧型の接着剤であるときには熱処理は不要である。

【0028】その後、図1に示すように、出力取り出し用電極端子タブ104にリード線を接続し、封止用樹脂105で封止すれば最終製品たる太陽モジュール100が得られる。

【0029】このように、本発明の太陽電池モジュールは、半田付け、絶縁樹脂の塗布等の面倒な操作を経ることなく簡単かつ迅速に製造できることがわかる。また、電流を集中させるバスバーが不要となり、太陽電池モジュールの全体形状を平坦化できる。

【0030】なお、図1中、102は導電性基体の露出部分、103はテープ状直列接続用部材、106は集電電極である。図2中、207は基板の露出部分、203は直列接続用部材、203aは金属層、203bは導電性接着剤である。

【0031】図3は、図2の直列接続用接続部材203の貼付前の状態を示すものであり、図3中、303は直列接続用接続部材、303aは金属層、303bは導電性接着剤、303cは絶縁性接着剤である。また、図5中、501は太陽電池セル、502は基板の露出部分である。

【0032】

【実施例】以下、本発明の実施例をより詳細に説明する。

(実施例1) まず、ロールツーロール方式で、シランガス等のプラズマCVDにより、洗浄したロール状ステンレス基板上に膜厚400nmのpin接合から成るアモルファスシリコン層を形成した後、膜厚80nmのITOを抵抗加熱蒸着により形成した。次いで、ITOのエッチング剤(塩化第二鉄、塩酸)含有ペーストをスクリーン印刷後に熱処理し、ITO層の一部を除去して太陽電池セルを分割した。次に、分離した各太陽電池セルの配線接続部に位置するITO/pin接合アモルファスシリコン層をグラインダで除去してステンレス基板面を露出させた後、ITO除去部分をYAGレーザー光照射によって切断した。

【0033】前記セルについて、スクリーン印刷法により銀インクを使用して集電電極を形成し、複数の太陽電池セルを得た。直列接続用部材として、幅5mm厚み0.1mmのアルミ箔に銀粒子をフィラーとしたエポキシ系導電性接着剤(粘度2000ポイズ)を1mm幅、感圧型アクリル系絶縁性接着剤を3mm幅、先のエポキシ系導電性接着剤と同一のものを1mmの幅でデイスパンサによって塗布し、スキージングして、0.1mm程度の厚さに調整した。

【0034】次に、端子電極用銅タブ2個の間に、太陽電池セル3個を横並びで並べ、各太陽電池セルの間に直列接続用部材を張り付け、そのまま130℃で一時間熱処理した。

7

【0035】熱処理後、PTFEシートを取り外し、ナイロンシートとEVAシート2枚で直列接続された素子を含み込み、真空ラミネータでラミネートして、本発明に係るモジュールを作製した。薄いテープ状の直列接続部材を用いて直列接続を行っているので、全体としてモジュールの平坦化が可能となり、しかも、フレキシビリティに富んでいる。このモジュールを標準光たるAM 1.5、100mW/cm<sup>2</sup>下に置き、開放端電圧を計測した結果、2.1Vであり、正常に動作した。

【0036】このように、従来の太陽電池セルの直列接続工程は、ステンレス基板被覆、バスバーの固着、半田付けという煩瑣な作業が必要であったが、本発明のモジュールの製造においては、上記のごとく、テープ状接続部材を張り付け、及び熱処理という工程を踏むだけで済むので、作業は極めて簡略化される。

(実施例2) 本実施例では、まず、実施例1と同様に、ロールツーロール方式で、シランガス等のプラズマCVDにより、洗浄したロール状ステンレス基板上に膜厚4.00nmのpin接合から成るアモルファスシリコン層を形成した後、膜厚80nmのITOを抵抗加熱蒸着で形成した。さらに、ITOのエッチング剤(塩化第二鉄、塩酸)含有ペーストをスクリーン印刷後、熱処理し、ITO層の一部を除去して太陽電池セルを分割した。

【0037】続いて、実施例1におけるステンレス基板面の露出をサンドブラスト除去により行い、ITO除去部分をシャリングによって切断した。前記セルについて、集電電極をスクリーン印刷法により銀インクを用いて形成し、複数の太陽電池セルを得た。

【0038】次に、直列接続用部材を以下のように構成した。まず、幅5mm厚み0.1mmのポリエステルテープにアルミニウムを蒸着した。該蒸着したアルミニウム面に感圧型アクリル系導電性接着剤を1mm幅、感圧型アクリル系接着剤を3mm幅、感圧型アクリル系導電性接着剤を1mm幅で塗布した。前記導電性接着剤の導電性フィラーは銀粒子である。次に、取り出し電極用銅タブと太陽電池セル3個をPTFEシート上に並べ、前記直列接続用部材を張り付けて、直列接続をなした。

【0039】このように本実施例では、導電性接着剤及び絶縁性接着剤がいずれも感圧型であるので、熱処理さえも不要となり、従来の接続方法に比較して作業の簡略化をさらに促進できる。

(実施例3) 実施例2と同一の手順で複数の太陽電池セルを作製した。次に、厚み0.2mm、幅6mmの銅箔にアルミ粒子をフィラーとした感圧型アクリル系導電性接着剤を2mm幅、感圧型ゴム系接着剤を2mm幅、先のアクリル系導電性接着剤と同一のものを2mm幅で、コーターにより塗布し、直列接続用部材を得た。このように本発明では、直列接続部には電流が集中して流れないので、導電性フィラーの導電率を下げることができ

8

る。したがって、高価な銀の代わりにアルミ、カーボン等を使っても差し支えない。

【0040】次に、端子電極用銅タブと太陽電池セル3枚を、厚み0.2mmの塗装銅板上に並べ、直列用部材で接続した。本実施例においても、直列部材の張り合わせだけで直列接続を済ませることができ、著しく簡単であった。さらに、ポリビニリデンフロライド(PVDF, Dupont社製、テドラー)シートとEVAシートを重ねて、塗装銅板ごと真空ラミネータでラミネートしてモジュールを得た。本実施例のモジュールは、背板を装備しているので強度が高くなり、かつ、背板を装着しても工数が増加しない。

(実施例4) 図8、図9は、本実施例4に係る太陽電池モジュールの概略構成を示すものであり、本モジュールは3個の太陽電池セル800a、800b、800cを横並びさせたものであり、各太陽電池セルは、図9に示すように、導電性基体801上に下部電極層802、半導体層803、上部電極層804、集電電極である櫛型電極805をその順序で形成した。

【0041】そして、隣接する太陽電池セル同士間には導電性基体801の下方側にバスバー電極807を跨るように配置して各太陽電池セルを直列接続し、該バスバー電極801と各太陽電池セルの櫛型電極805とは導電ペーストなどのような導電体806を介して電気的に接続した。

【0042】各太陽電池セル800a、800b、800cは、導電性基体801とバスバー電極807との電気的な短絡を防止するべく各セルのバスバーの長さ方向に沿う端面部を絶縁体808で被覆した。また、同図に示すように、両側の太陽電池セル800a、800cには各導電性基体801に接続された端子用接続体809、810を夫々設けた。

【0043】前記のように、本実施例に係る太陽電池モジュールは、バスバー電極807が導電性基体801の下方に位置し、かつ、隣接する太陽電池セル間に跨って位置しているので、バスバー電極807が太陽電池セルの上に位置する従来の太陽電池モジュールに比べバスバー電極807によるシャドウロスを減少させることができる。

【0044】また、バスバー電極807を導電性基体801の下方に位置させたので、バスバー電極801の面積を広げることが可能となり、その結果、バスバー電極801の厚みを薄くできた。

【0045】導電性基体801としては、ステンレススチール、アルミニウム、銅、カーボンシート等があるが、好ましくはステンレス基板が使用される。

【0046】下部電極802としては、Ti, Cr, Mo, W, Al, Ag, Ni等が用いられ、形成方法としては抵抗過熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタリング法等がある。

【0047】光起電力層には、薄膜太陽電池セルとして公知の半導体物質を使用できる。

【0048】半導体層803としては、例えばp-i-n接合非晶質シリコン層、p-n接合多結晶シリコン層、CuInSe<sub>2</sub>/CdS等の化合物半導体層が挙げられる。

【0049】前記半導体層803の形成方法としては、非晶質シリコン層の場合は、シランガス等のフィルムを形成する原材料ガスにプラズマ放電を発生させるプラズマCVD等により形成することができる。

【0050】また、上記p-n接合多結晶シリコン層は、例えば溶融シリコンからフィルムを形成するフィルム形成法によって形成される。また、上記CuInSe<sub>2</sub>/CdSに関しては電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、電析法（電解液の電気分解による析出）等の方法で形成される。

【0051】上部電極層804に用いる材料としては、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>、ZnO、TiO<sub>2</sub>、Cd<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>、高濃度に不純物をドーパした結晶性半導体物質等があり、形成方法としては、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタリング法、スプレー法、CVD法、不純物拡散法等がある。

【0052】模型電極805には、上部電極804に比べて導電率の高い材料を用いることができる。例えば金属電極、金属と高分子バインダーが分散された導電性電極等が挙げられるが、一般には、金属粉末と高分子樹脂バインダーがペースト状になった金属ペーストが用いられる。これらの金属ペーストは通常、スクリーン印刷法により透明電極上に形成される。これらの金属ペーストのなかで導電率やコストを考慮すると銀ペーストが好ましいがこれに限られたものではない。

【0053】バスバー電極807は特に限定されることはないが、通常、金属電極、導電ペースト等が用いられ、その形状は線状やテープ状などが用いられる。

【0054】導電体806は特に限定されることはないが、通常、導電性金属ペーストやハンダ、金属線などの導体が用いられる。

【0055】絶縁体808としては、例えばポリエステルテープなどの絶縁テープやエポキシ樹脂、アクリル樹脂等のような絶縁樹脂を熱硬化、あるいは光硬化を生じさせたものでもよい。

（実施例5）本実施例は図10、図11に示すものであり、導電性基体としてステンレス基板を用いたものである。

【0056】まず、導電性基体（図9に示す実施例5の導電性基体801と同様のもの）として、表面を洗浄した厚み0.2mmのステンレススチール箔を用意した。次に、ステンレススチール箔上に、下部電極（図9に示す導電性基体802と同様のもの）として、5000Åのアルミニウム膜及び700ÅのZnO膜をスパッタリング法で基板温度350℃にて形成した。その後、Zn

O膜上に、150Åのn型a-Si層、4000Åのi型a-Si層、100Åのp型a-Si層のp-i-n接合半導体層としての3層の光電変換層（図9に示す導電性基体803と同様のもの）を、その順序で連続的に形成した。このとき用いたガスは、SiH<sub>4</sub>ガス/PH<sub>3</sub>ガス/H<sub>2</sub>ガス、SiH<sub>4</sub>ガス/H<sub>2</sub>ガス、SiH<sub>4</sub>ガス/BF<sub>3</sub>ガス/H<sub>2</sub>ガスであり、基板温度は250℃に維持した。

【0057】その後、半導体層上に、透明電極（図9に示す実施例5の導電性基体804と同様のもの）として、700ÅのIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>膜（ITO膜）を、酸素雰囲気下200℃で、InとSnを抵抗加熱蒸着することにより形成した。

【0058】次に、成膜されたロール状ステンレス基板を図10に示すようなパターンに切断して、3枚の太陽電池セル1001~1003を得た。次に、ITOのエッチング材（FeCl<sub>3</sub>、HCl）含有ペーストをスクリーン印刷した後に過熱、洗浄することによりペーストが印刷された部分のITO層を除去し（除去部分1011）、上部電極と下部電極の電気的な分離を確実にした。

【0059】次いで、ITO層上の0.3mm幅の集電用模型電極1012は、銀ペーストをスクリーン印刷することにより形成した。

【0060】続いて、各太陽電池セル1001~1003相互間を絶縁するために、隣接する端部の夫々を0.1ミリ厚のポリエステルテープ1013で被覆した。この場合、該ポリエステルテープ1013は、上部電極と下部電極の電気的な分離を行うべく、前記ITOの除去部分1011に対して内側に位置するように貼った。

【0061】次に、各太陽電池セルの導電性基体の下方で、かつ、隣接する太陽電池セルの間に跨って、厚みが0.1ミリで、幅が5ミリのバスバー電極たる銅箔1014を置いた。

【0062】ここで、太陽電池セルの離間距離は、1.0ミリとし、また、太陽電池セルとバスバー電極は粘着テープ1018により仮止めした。

【0063】次に、太陽電池セル1001と太陽電池セル1002に跨って、また、太陽電池セル1002と太陽電池セル1003に跨って夫々位置するバスバー電極1014を太陽電池セル1002、1003の基板に凸部スポット溶接することにより電気的に接続した。これにより各太陽電池セル1001~1003を直列接続した。

【0064】また、負極側からの端子取り出しのための銅タブ1016を太陽電池セル1001の凸部に溶接することにより接続し、また、正極側からの端子取り出しのための銅タブ1017を太陽電池セル1003の模型電極に接続されたバスバー1014に半田により接続した。



【0065】次に、上記作製された太陽電池モジュールは、厚みが0.3ミリのPETフィルム1020上に載置された後、フッ素樹脂およびEVA（エチレン酢酸ビニル共重合体）で樹脂封止した。

【0066】上記太陽電池モジュールは、バスバー電極が導電性基体の下に位置し、かつ、隣接する太陽電池セル間に跨って位置しているので、バスバー電極が太陽電池セルの上に位置する従来の太陽電池モジュールに比べてバスバー電極によるシャドウロスを減少させることができる。

（実施例6）本実施例は、図12に示す構成を有するものであるが、上記実施例5の構成において、太陽電池セル上の櫛型電極1012とバスバー電極1014を電気的に接続するための接続体として、直径が0.2ミリの銅線1201を用いた。他の構成は実施例5と同様なものとした。

【0067】すなわち、図12において、銅線1201は櫛型電極1012とバスバー電極1014とを電気的に接続するためのものであり、隣接する太陽電池セルの端部間に弧状に配した。該銅線1201と櫛型電極1012との接続及び該銅線1201とバスバー電極1014との接続は接着性銀インク1002を用いた。

【0068】本実施例6のように接続体たる銅線1001を用いて太陽電池モジュールを構成すると、上記実施例4の効果に加え、太陽電池モジュールの耐屈曲性を向上させることができた。

（実施例7）本実施例は、実施例5の構成において、太陽電池セルの端部の絶縁材であるポリエステルテープ1013に代えて光硬化性樹脂を用いた。他の構成は、実施例5と同様なものとした。該光硬化性樹脂としてはスリーボンド社製TB3042C（登録商標）を用い、ITOをエッチング除去した部分1011の内側までディッピングして樹脂薄膜を形成した後、1500mJ/cm<sup>2</sup>の量の紫外線を照射して硬化させた。該光硬化性樹脂の厚みは、約30ミクロンであった。

【0069】本実施例のように、薄膜絶縁材を光硬化により作製することにより太陽電池セル間の離間距離を0.5ミリにすることが可能となり、平面性に優れ、かつ、シャドウロスも少ない太陽電池モジュールを作製することができた。

（実施例8）本実施例8は、図13、図14に示す構成を有するものであり、太陽電池セル1320～1322は、導電性基体1301上に下部電極層1302、半導体層1303、上部電極層1304、該上部電極層1304の集電電極である櫛型電極1305を形成した。該太陽電池セルは3個並列し、各太陽電池セルの端部には板状のバスバー電極1307を配置した。

【0070】3個の太陽電池セルの直列接続を行うために、当該バスバー電極1307と櫛型電極1305とは導電ペーストなどの導電体1306を介して電気的に接

続した。

【0071】ここで、各太陽電池セルは、その導電性基体1301とバスバー電極1307が電気的に短絡しないように夫々の端部は、絶縁体1308で被覆した。なお、同図中、1309、及び1310は太陽電池セル1320、1322の導電性基体からの端子取り出しのための接続体である。

【0072】図13からも理解できるように、本発明の太陽電池モジュールは、バスバー電極1307が太陽電池セル間に位置しているので、従来の太陽電池モジュールに全厚みを少なくともバスバー電極の厚み相当分だけ薄くすることができた。

【0073】本実施例の導電性基体1301はステンレススチール、アルミニウム、銅、カーボンシート等のいずれでもよいが、好ましくはステンレス基板を用いる。該基体上に設けられる下部電極としては、Ti、Cr、Mo、W、Al、Ag、Ni等が用いられ、形成方法としては抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタリング法等が挙げられる。

【0074】太陽電池セルの光起電力層としては、薄膜太陽電池セルとして一般に使用される公知の半導体物質を用いた。太陽電池セルの半導体層1303としては、例えばp-i-n接合非晶質シリコン層、pn接合多結晶シリコン層、CuInSe<sub>2</sub>/CdS等の化合物半導体層が挙げられる。上記半導体層の形成方法としては、非晶質シリコン層の場合は、シランガス等のフィルムを形成する原材料ガスにプラズマ放電を発生させるプラズマCVD等により形成することができる。また、上記pn接合多結晶シリコン層は、例えば溶融シリコンからフィルムを形成するフィルム形成法によって形成される。

【0075】また、上記CuInSe<sub>2</sub>/CdSについては、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、電析法（電解液の電気分解による析出）等の方法で形成した。

【0076】太陽電池セルの透明電極1304に用いる材料としては、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>、ZnO、TiO<sub>2</sub>、Cd<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>、高濃度に不純物をドーピングした結晶性半導体物質等があり、形成方法としては、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタリング法、スプレー法、CVD法、不純物拡散法等がある。

【0077】櫛型電極1305としては、上部電極1304に比べて導電率の高い材料を用いることができ、例えば金属電極、金属と高分子バインダーが分散された導電性電極等が挙げられるが、一般には、金属粉末と高分子樹脂バインダーがペースト状になった金属ペーストが用いられる。これらの金属ペーストは通常、スクリーン印刷法により透明電極1304上に形成される。これらの金属ペーストのうち導電率やコストを考慮すると銀ペーストが好ましいがこれに限定されるものではない。

【0078】バスバー電極1307としては、特に限定はないが、通常、金属電極、導電ペースト等が用いら

れ、その形状は、線状やテープ状などが用いられる。

【0079】導電体1306としては、特に限定はないが、通常、導電性金属ペーストや、ハンダ、金属線などの導体が用いられる。

【0080】絶縁材1308としては、例えばポリエステルテープなどの絶縁テープやエポキシ樹脂、アクリル樹脂などのような絶縁樹脂を熱硬化あるいは光硬化させることにより得たものを使用することも可能であるが、特にこれらに限定されるものではない。

【実施例9】本実施例は、導電性基体にステンレス基板を用いた非晶質シリコン太陽電池セルに係るものであり、図15、16に示す構成を有する。

【0081】まず、太陽電池セルのための導電性基体として、表面を洗浄した厚み0.2mmのステンレススチール箔を用意した。

【0082】次に、ステンレススチール箔上に下部電極として、厚みが5000Åのアルミニウム膜と700ÅのZnO膜をスパッタリング法で基板温度350℃にて形成した。その後、基板温度を250℃に維持し、ZnO膜上に150Åのn型a-Si層、4000Åのi型a-Si層、及び100Åのp型a-Si層を、それぞれ、SiH<sub>4</sub>ガス/PH<sub>3</sub>ガス/H<sub>2</sub>ガス、SiH<sub>4</sub>ガス/H<sub>2</sub>ガス、SiH<sub>4</sub>/BF<sub>3</sub>ガス/H<sub>2</sub>ガスを用いて連続的に形成し、もってpin接合半導体層としての3層の光電変換層を形成した。

【0083】その後、半導体層上に、透明電極としての700ÅのIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>膜(ITO膜)を形成するべく、酸素雰囲気下200℃で、In及びSnの抵抗過熱蒸着を行った。

【0084】次に、成膜されたロール状ステンレス基板を図15に示すようなパターンに切断して、3枚の太陽電池セル1501~1503を得た。次いで、ITOのエッチング材(FeCl<sub>3</sub>, HCl)含有ペーストを所定のパターンにスクリーン印刷した後、過熱、洗浄することによりペーストが印刷された部分のITO層を除去し(除去部分1511)、もって上部電極と下部電極の電気的な分離を確実にした。

【0085】次いで、ITO上に0.3mm幅の集電用櫛型電極1512を、銀ペーストのスクリーン印刷により形成した。

【0086】その後、これらの太陽電池セルの、隣接する太陽電池セルと近接する端面を絶縁するために0.1mm厚のポリエステルテープ1513で被覆した。その際、ポリエステルテープ1513は、上部電極と下部電極の電気的な分離を行うためにITOの除去部分1511に対して内側に位置するように貼った。

【0087】続いて、横並びさせた3枚の太陽電池セルの各端間距離を0.6mmとし、各間隙には0.4mm径の錫メッキ銅線1514を位置させた。

【0088】次に、上記太陽電池セルの櫛型電極151

2の一端とバスバー電極1514を接着性銀インク1515を用いて電気的に接続した。

【0089】さらに、太陽電池セル1501と太陽電池セル1502との間、及び太陽電池セル1202と太陽電池セル1203との間に位置するバスバー電極1214を夫々基板の凸部にスポット溶接することにより電気的に接続し、もって、各太陽電池セルを直列接続した。

【0090】また、負極側からの端子取り出しのために銅タブ1516を太陽電池セル1501の凸部に、正極側からの端子取り出しのための銅タブ1517を太陽電池セル1503の櫛型電極に接続されたバスバー電極1514に、夫々半田により接続した。

【0091】次に、これらの太陽電池モジュールを0.3mm厚のPETフィルム1520上に載置したあとフッ素樹脂およびEVA(エチレン-酢酸ビニル共重合体)で樹脂封止して太陽電池モジュールを作製した。

【0092】従って、該作製された太陽電池モジュールは、バスバー電極を太陽電池セル間に位置させたので、少なくともバスバー電極の厚み相当分だけ全厚みを薄くさせることが可能となった。

【実施例10】本実施例は、上記実施例9においてバスバー電極を幅0.6mm、高さ0.2mmの錫メッキ銅テープで構成したものであり、また、太陽電池セル間の端間距離は0.8mmとした。他の構成及び作製手法は上記実施例9と同様である。

【0093】本実施例に係る太陽電池モジュールは、導電性基体の厚みとバスバー電極の厚みが同じであるので、バスバー電極が太陽電池セル面から突出することが全くない。その結果、平面性の高い、耐スクラッチ性に優れた太陽電池モジュールを作製することができた。

【実施例11】本実施例は、太陽電池セルの端面の絶縁材であるポリエステルテープに代えて光硬化性樹脂を用い、また、PET樹脂に代えて表面を絶縁処理した亜鉛メッキ銅板を用いた。他の構成及び作製手法は、実施例10と同様である。

【0094】前記光硬化性樹脂は、スリーボンド社製TB3042C(登録商標)を用い、太陽電池セルの端面を、ITOをエッチング除去した部分1511の内側までディッピングし樹脂薄膜を形成した後、1500mj/cm<sup>2</sup>の量の紫外線を照射することにより硬化させ絶縁材とした。

【0095】光硬化性樹脂の厚みは、約30ミクロンであった。本実施例において、薄膜絶縁材を光硬化により作製することにより太陽電池セル間の端間距離を0.7mmにすることが可能となり、平面性に優れ、かつ、シャドウロスも少なく、耐曲げ性にも強い太陽電池モジュールを作製することができた。

【実施例12】図17は本実施例に係る直列化太陽電池モジュールの完成後の状態を示すものであり、図18は該太陽電池モジュールの製造工程を示すものであり、ま

た、図19は本実施例に係る太陽電池セルの断面構造を示すものである。

【0096】図17に示す太陽電池セル1700は以下の手順で作製した。まず、基板1701については、鏡面研磨を施して充分に脱脂、洗浄を行ったSUS430BA製基板(幅10cm、長さ5cm、厚み0.1mm)を不図示のDCスパッタ装置に入れ、Crを200Å堆積し、下部電極1702を形成した。

【0097】次いで、基板1701を取り出して、不図示のRFプラズマCVD成膜装置に挿入し、図19に示すように、n層1703、i層1704、p層1705の順で堆積を行った。その後、不図示の抵抗加熱の蒸着装置に入れて、InとSnの合金を抵抗加熱により蒸着し、反射防止効果を兼ねた機能を有する上部電極1706を700Åの厚みで堆積した。

【0098】次に、前記基板1701を不図示のスクリーン印刷機(東海精機製HK-4060)に設置し、幅200μm長さ4cmの集電電極1707を間隔1cmで印刷した。このとき導電性ペーストは、銀ペーストを用いた。該銀ペーストを印刷した後、基板1701を加熱炉に入れて150℃で5分間保持し導電性ペーストをキュアした。

【0099】次に、図18(a)に示すように、集電電極1707の端部から張り出した太陽電池セルの中央に、図18(b)に示すように、直径1mmの透孔(スルーホール)1708を開口した。さらに、スルーホール部の短絡を避けるために、以下のような手順でエッチングを行った。

【0100】まず、太陽電池セル1700をAICl<sub>3</sub>(6H<sub>2</sub>O)の水溶液に浸漬し、対向電極をステンレス基板として、マイナス3Vの電圧を5秒間印加した。続いて、アクリル系アニオン電着塗料を用いて絶縁層1709を堆積させた(図18(c))。この場合、電解槽としては図22に示す構成のものを用いた。

【0101】その後、スルーホール1708と集電電極1707とを連結するようにハンダペーストを置き、加熱炉でリフローを行って接続部材1710を形成した(図18(d))。さらに、接着剤付きの幅10mmの銅箔の直列化部材1711を太陽電池セル1700の裏面に接着した(図18(e))。

【0102】同様の方法で太陽電池を10枚作製した。図18(f)は2枚の直列化太陽電池セルを示すものである。

【0103】次に、この直列化太陽電池のエンカプシュレーションを以下に行った。太陽電池セル1700の上下にEVA(エチレン酢酸ビニル)を積層し、さらにそのフッ素樹脂フィルムETFE(エチレンテトラフルオロエチレン)を積層した後、真空ラミネーターに投入して150℃で60分間保持し、真空ラミネーションを行い太陽電池モジュールを作製した。以上のように

して太陽電池モジュールを10個作製した。

【0104】得られた太陽電池モジュールの初期特性については以下の手順で測定した。

【0105】まず、キセノンランプによる疑似太陽光源(以下シミュレータという)を用いてAM1.5の太陽光スペクトルを100mW/cm<sup>2</sup>の強度で照射し太陽電池セルの電流電圧特性を測定した。この特性を太陽電池の開口面積で規格化して開口部分の変換効率を求めた。この変換効率の平均値は6.5%であった。この結果から、本発明の直列化太陽電池は開口部分の変換効率が高いものであることがわかる。

【0106】前記基板は、導電性の材料であって下部電極を兼ねるものであり、具体的にはFe、Ni、Cr、Al、Mo、Au、Nb、Ta、V、Ti、Pt、Pb等の金属又はこれらの合金、例えば真鍮、ステンレス鋼等の薄板及びその複合体が用いられる。

【0107】また、前記基板の表面を平滑化あるいはテクスチャー化するために、上述と同様の材料、手段を用いて薄膜の下部電極を作製しても良い。

【0108】前記p層、i層、n層は、通常の薄膜作製プロセスに依って作製されるもので、蒸着法、スパッタ法、高周波プラズマCVD法、マイクロ波プラズマCVD法、ECR法、熱CVD法、LPCVD法等公知の方法を所望に応じて用いることにより作製できる。工業的に採用されている方法としては、原料ガスをプラズマで分解し、基板上に堆積させるプラズマCVD法が好んで用いられる。

【0109】また、反応装置としては、バッチ式空装置や連続成膜装置などが所望に応じて使用できる。

【0110】本実施例の構成は、分光感度や電圧の向上を図るべく、pin接合を2以上積層したいわゆるタンデム式の太陽電池セルにも適用できる。

【0111】前記上部電極としては太陽や白色蛍光灯等からの光を半導体層内に効率良く吸収させるためのいわゆる透明電極であることが必要で所望の物性値としては、光の透過率が85%以上であることが望ましく、さらに、電気的には光で発生した電流を半導体層に対し横方向に流れるようにするためシート抵抗値は100Ω/□以下であることが望ましい。

【0112】かかる特性を備えた透明電極の材料としては、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CdO、CdSnO<sub>4</sub>、ITO(In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SnO<sub>2</sub>)などの金属酸化物が挙げられる。

【0113】これらの作製方法としては、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム加熱蒸着法、スパッタリング法、スプレー法等を用いることができ、所望に応じて適宜選択される。前記集電電極は不透明であるので有効面積の損失となる。集電電極の面積を減らし、かつ、電流を有効に取り出すために集電電極の比抵抗を小さくし、かつ、電極の断面積を増加することが有効な手段である。従って、

電極材料としては、銀や銅のように比抵抗の低い材料が好適である。

【0114】例えば銀の比抵抗は、 $1.62 \times 10^{-8} \Omega \text{cm}$ であり、銅の比抵抗は $1.72 \times 10^{-8} \Omega \text{cm}$ であるが、これに対しアルミニウムでは $2.75 \times 10^{-8} \Omega \text{cm}$ 、亜鉛では $5.9 \times 10^{-8} \Omega \text{cm}$ である。これらの電極を形成する方法として、スパッタ法や、真空蒸着法、エレクトロンビーム蒸着法等の蒸着法、メッキ法、スクリーン印刷法などがある。蒸着法では良質の金属が堆積でき、かつ半導体とのオーミックコンタクトも良好であるが、堆積速度が遅いことや真空プロセスを用いるためスルーブットに時間がかかること、また、マスキングが必要であるという問題がある。

【0115】メッキ法では、Niの無電解メッキが一般的に行われているが剥離し易いこととマスクが必要であるという問題がある。スクリーン印刷法は最も自動化し易くかつ量産性が高いという特徴を有している。

【0116】印刷される導電性ペーストは、Ag、Pt、Cu、C等の金属またはこれらの合金の粉末にポリマーから成るバインダーおよび該バインダーの溶剤を適度な比率で混合し、ペースト状としたものである。所望の比抵抗としては集電電極の幅、長さ、厚みなどの設計にもよるが、太陽電池で発電した電流を流すときに抵抗とならないことが必要であり、 $10^{-8} \Omega \text{cm}$ 程度が必要である。

【0117】スクリーン印刷法はナイロンやステンレスから成るメッシュに、所望のパターニングを施したスクリーンを用いて導電性ペーストを印刷インキとして用いるものであり、電極幅としては、最小で $50 \mu\text{m}$ 位とすることができる。印刷機は市販のものが好適に用いられる。スクリーン印刷した導電性ペーストはバインダーを架橋させるため及び溶剤を揮発させるために乾燥炉で加熱する。

【0118】前記太陽電池セルの一部に形成されるスルーホールは、前記集電電極を基板裏面に引き出すため透孔である。

【0119】前記スルーホールの大きさは、後工程で導電性物質を充填可能な大きさが必要であり、かつ、発電面積の損失を最小限にする必要からできるだけ小さいことが必要で、直径約 $100 \mu\text{m}$ から $2 \text{mm}$ くらいのが好適である。かかる貫通孔を形成するためには、通常、プリント基板のスルーホールを形成する場合と同様にドリルによる方法や、また穴が小さい場合にはレーザーによる方法が用いられる。

【0120】スルーホール近傍の電極をエッチングにより除去する場合、例えば、上部電極としてITOを用いる場合について述べると、 $\text{Al}$ 、 $\text{Cl}$ 、 $(6\text{H}_2\text{O})$ の水溶液に太陽電池セルを浸漬し、太陽電池セルにマイナスの電圧を印加することにより、ショート部分のITOを選択的に除去することが可能となる。

【0121】また、スルーホール近傍は絶縁処理されるが、これにより、隣接する太陽電池同士の間は無用な間隙を設ける必要がなく、従って両セルを接触させることが可能になり太陽電池の開口面積の中の有効面積が増えることとなる。

【0122】該スルーホールに設けられる絶縁層は、光透過性の材料であれば太陽光の入射を妨げず、変換効率に影響を与えないため望ましい。また、太陽電池として屋外で使用する場合は環境を考え、耐候性が良く、熱、湿度及び光に対する安定性が要求される。

【0123】また、場合によっては、太陽電池が曲げられたり衝撃を与えられるため、機械的な強度も合わせ持つ必要がある。かかる耐曲げ性の強い材料としては、高分子樹脂が好適であり、具体的にはポリエステル、エチレン酢ビ共重合体、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン等が用いられる。前記高分子樹脂の好適な分子量としては数平均分子量が $1 \sim 2$ 万程度である。

【0124】また、絶縁層の膜厚としては、電気的絶縁性が保たれかつ、光透過性を損なわれないことが好ましいことから、高分子樹脂の種類により適宜選択されるが代表的には数 $\mu\text{m}$ から数 $10 \mu\text{m}$ 位が適当である。かかる高分子樹脂を積層するのは、通常の手法が用いられるが、例えば溶剤に溶かしてスピコートやディッピングする方法、熱で溶融しローラでコーティングする方法、電界重合で堆積する方法、電着で堆積する方法、プラズマ重合による方法などが用いられ高分子樹脂の物性及び所望の膜厚など諸条件から適宜決定されるがスルーホールの絶縁や、エッジ部分の絶縁処理を行うにはディッピング法、電着法などが好適である。

【0125】とりわけ、電着法は水溶性の溶媒を用いることが可能となるので、廃液の処理が簡単であることや電流のコントロールで膜厚が容易に制御出来ることや、スルーホール部分の被覆に適合していることなどの特徴を有する好適な方法として用いられる。かかる電着の装置としては、例えば図23に示すものが使用できる。

【0126】図23において2301は電着層、2302は電着液、2303は対向電極、2304は基板、2305は上部電極2306までの全ての層、2306は電源、2307は導線を示す。

【0127】スルーホール部分に設けられる接続部材の材料としては、集電電極と同様の材料を用いることができるが、好ましくはハンダが用いられ、例えばハンダをスルーホールにリフローにより充填する方法が用いられる。

【0128】直列化部材は、隣接する太陽電池セル間の電流を基板の裏面側に流れるようにして直列接続するための部材である。材料としてはAg、Pt、Cu、等の金属やCまたはこれらの合金から成るものを用いることができ、ワイヤー状、箔状のものを張り付けた

り、前記集電電極と同様の導電性ペーストを用いても良

19

い。該箔状のものとしては、例えば銅箔や、或いは銅箔に錫メッキしたもので、場合によっては接着剤付きのものが用いられる。

【比較例】本比較例は、図22に示すような従来の直列化太陽電池モジュールに係るものであり、以下のように作製した。まず、実施例12の場合と同様に、太陽電池セル2200を作製するべく、SUS430BA製基板（幅10cm、長さ5cm、厚み0.1mm）2201上に下部電極、n層、1層、p層の順で半導体層の堆積を行って上部電極を堆積した。その後、基板2201をプレス切断により切断し、グラインダーにより半導体層を削り取って基板露出部2202を形成した。

【0129】次に、実施例12の場合と同様に、不図示のスクリーン印刷機を用いて幅200 $\mu$ m、長さ4cmの集電電極2203を間隔1cmで印刷し、加熱炉でキュアした。

【0130】次に、錫メッキした銅箔のバスバー2204を張り付けた。同様の方法で太陽電池を10枚作製した。これらを10枚直列に接続し、直列化太陽電池を作製した。なお、図22は2枚の太陽電池セルを2枚直列化したものを示している。

【0131】続いて、この直列化太陽電池のエンカプシュレーションを実施例12と同様に行って太陽電池モジュールを10個作製した。

【0132】得られた太陽電池モジュールの初期特性については、実施例12と同様に測定した結果、開口部変換効率の平均値は5.3%であつた。従って、この結果から実施例12のものは、開口部変換効率が良好であることが理解できるが、これは比較例に比べて発電に寄与しない部分が少ないことによる。

【実施例13】図20、図21は実施例13の構成示すものであり、本実施例に係る太陽電池セル1600は以下のような手順で作製した。

【0133】上部電極の形成までの工程は実施例12と同様に行った。次に、不図示のスクリーン印刷機で幅200 $\mu$ m長さ4cmの集電電極2007を間隔1cmで印刷し、キュアした。次に、錫メッキした銅箔のバスバー2012を張り付け、バスバー2012の端部であつて太陽電池セル2000の張り出した部分の中央位置に、直径が1mmのスルーホール2008を開孔した。さらに、スルーホール部の短絡を避けるため、実施例12と同様にエッチングを行った。さらに、アクリル系アニオン電着塗料を用いて絶縁層2009を堆積した。

【0134】その後、スルーホール2008とバスバー2012が接続するようにハンダペーストを置き、接続部材2010を形成した。さらに、接着剤付きで幅10mmの銅箔から成る直列化部材2011を太陽電池セル2000の裏面に接着した。同様の方法で太陽電池セルを10枚作製し、これらを直列化した。

【0135】次に、この直列化太陽電池のエンカプシュ

20

レーションを実施例12と同様に行い、太陽電池モジュールを10個作製した。得られた太陽電池ジュールの初期特性については実施例12と同様に測定した。開口部の変換効率の平均値は6.1%であり比較例に比べ高い値であつた。

【0136】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、薄型の直列接続であり全体としてフラットかつフレキシブルであり、全面接続なので、電流集中がなく電力損失を少なくでき、接続用部材の一部が離脱しても直列接続が保たれて信頼性が高く、絶縁樹脂塗布、半田付け、バスバー取付け等の工程が夫々不要であり、表面だけで接続できるので、工程の自動化が容易になり、上記のように、本発明に係る太陽電池モジュールは、生産性、信頼性、外観性に優れており、その工業的利用価値が高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る太陽電池モジュールを示す平面図である。

【図2】図1における太陽電池セルの直列接続部の断面図である。

【図3】図1に示す直列接続用部材の断面図である。

【図4】アモルファス太陽電池セルの一構成例を示す側面図である。

【図5】本発明に係る太陽電池モジュールの直列化工程の一部を示す平面図である。

【図6】従来の太陽電池モジュールの平面図である。

【図7】図6に示す従来の太陽電池モジュールの直列化工程を示す平面図である。

【図8】本発明の第4の実施例に係る太陽電池モジュールを示す平面図である。

【図9】図8のP-P線に沿う断面図である。

【図10】本発明の第5の実施例に係る太陽電池モジュールを示す平面図である。

【図11】図10のQ-Q線に沿う断面図である。

【図12】本発明の第6の実施例に係る太陽電池モジュールの図である。

【図13】本発明の第7の実施例に係る太陽電池モジュールの図である。

【図14】図13のR-R線に沿う断面図である。

【図15】本発明の第9の実施例に係る太陽電池モジュールの図である。

【図16】図15のS-S線に沿う断面図である。

【図17】本発明の第12の実施例に係る太陽電池モジュールの平面図である。

【図18】図17に示す太陽電池モジュールの製造工程を示す図である。

【図19】第12の実施例に係る太陽電池セルの断面図である。

【図20】第13の実施例に係る太陽電池モジュールの平面図である。

21

【図21】図20のT-T線に沿う断面図である。

【図22】従来の直列化太陽電池モジュールの構成を示す平面図である。

【図23】電着槽の構成例を示す断面図である。

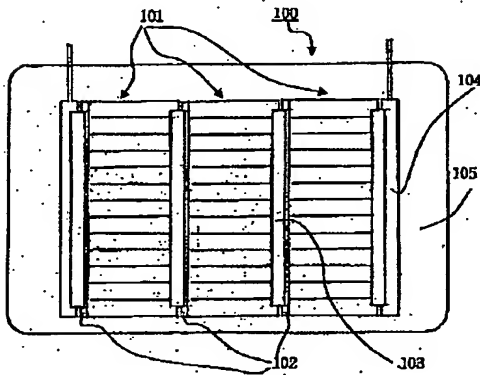
【符号の説明】

100 太陽電池モジュール、  
101 太陽電池セル、  
102 導電性基体の露出部分、  
103 テープ状直列接続用部材、  
104 端子電極用タブ、  
105 封止用樹脂、  
106 集電電極、  
200 太陽電池セル、  
201 集電電極、  
202 透明導電膜、  
203 直列接続用部材、  
203a 金属層、  
203b 導電性接着剤、  
203c 絶縁性接着剤、  
204 導電性基体、  
207 基板の露出部分、  
303 直列接続用部材、  
303a 金属層、  
303b 導電性接着剤、  
303c 絶縁性接着剤、  
801 導電性基体、  
802 下部電極層、  
803 半導体層、  
804 上部電極層、  
805 梯型電極、  
806 接続用導体、  
807 バスバー電極、  
800a、800b、800c 太陽電池セル。

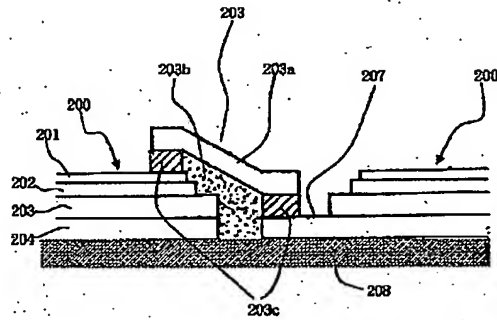
22

203b 導電性接着剤、  
203c 絶縁性接着剤、  
204 導電性基体、  
207 基板の露出部分、  
303 直列接続用部材、  
303a 金属層、  
303b 導電性接着剤、  
303c 絶縁性接着剤、  
801 導電性基体、  
802 下部電極層、  
803 半導体層、  
804 上部電極層、  
805 梯型電極、  
806 接続用導体、  
807 バスバー電極、  
800a、800b、800c 太陽電池セル。

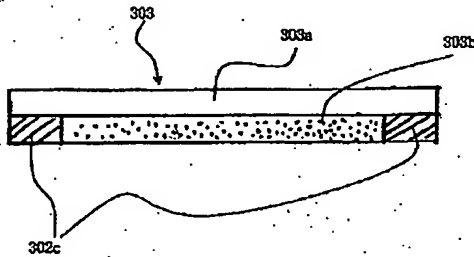
【図1】



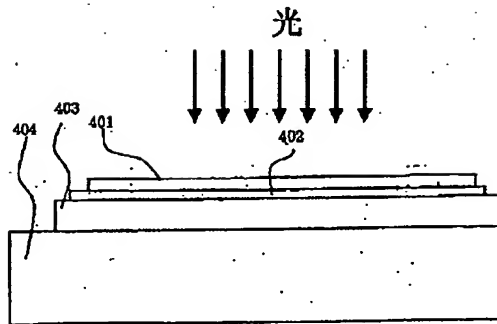
【図2】



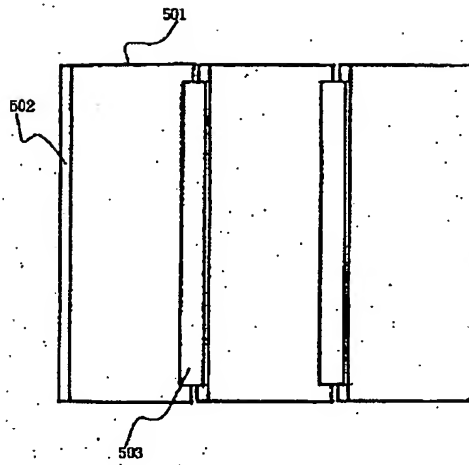
【図3】



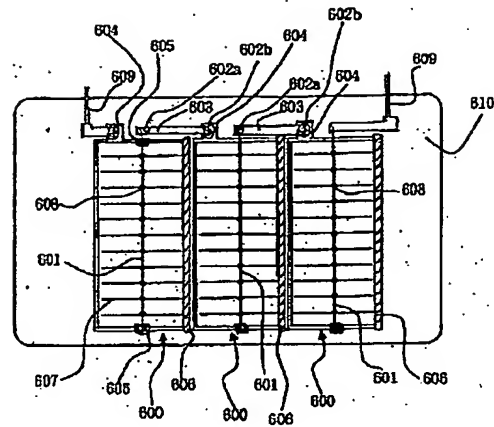
【図4】



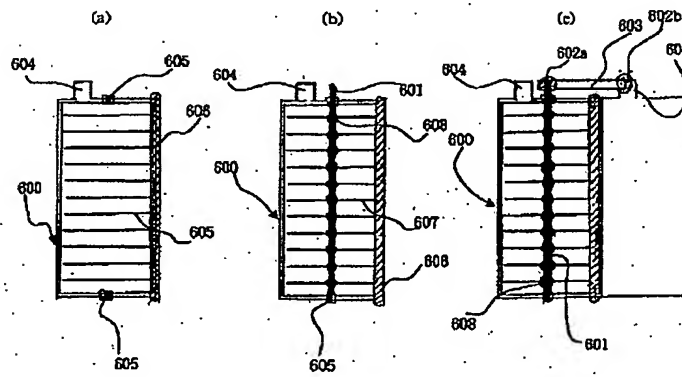
【図5】



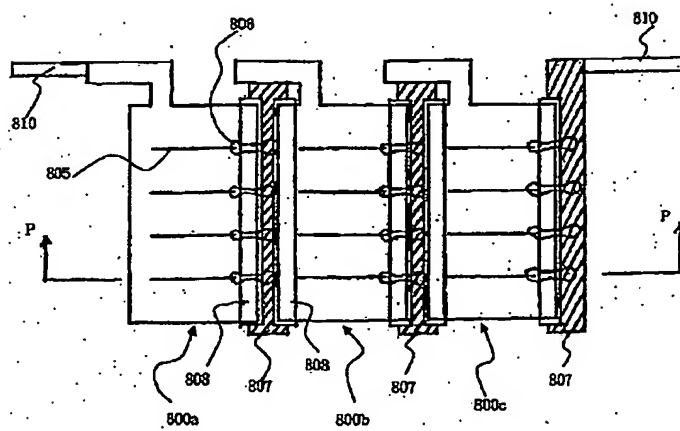
【図6】



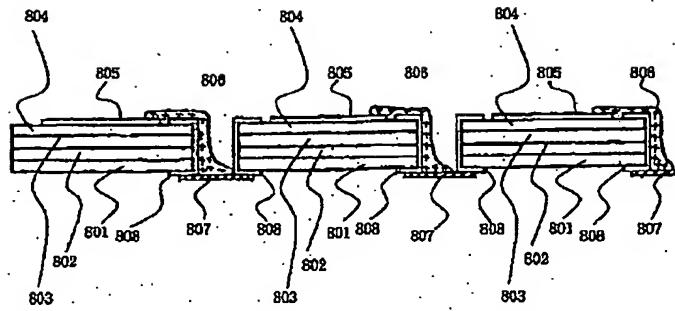
【図7】



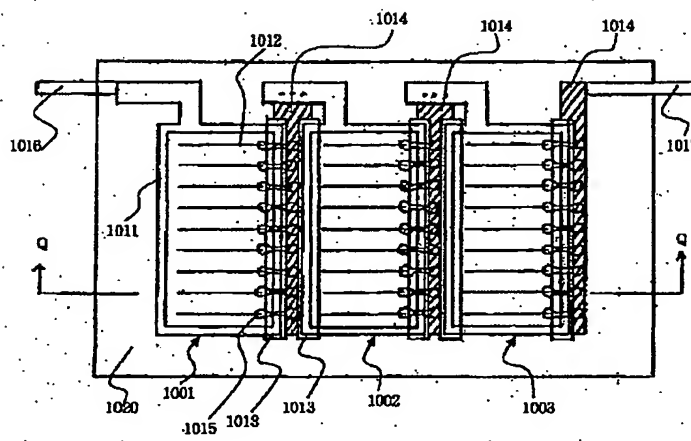
【図8】



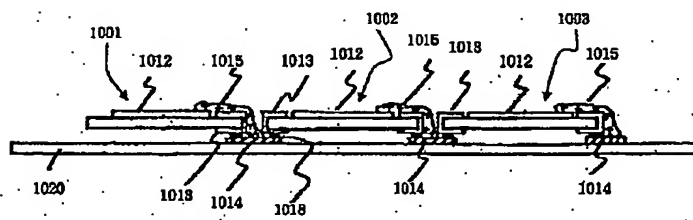
【図9】



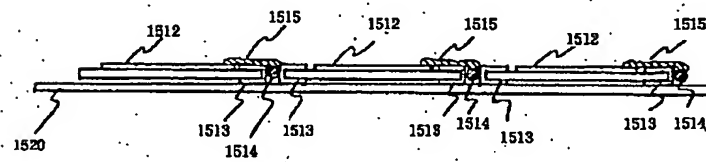
【図10】



【図11】

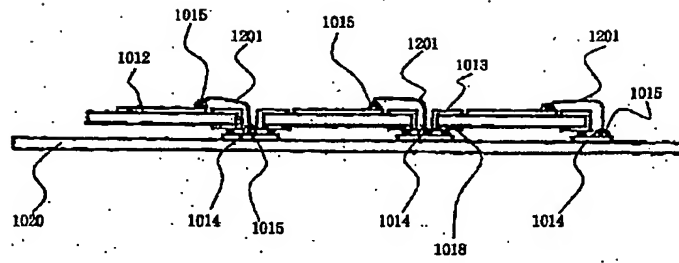


【図16】

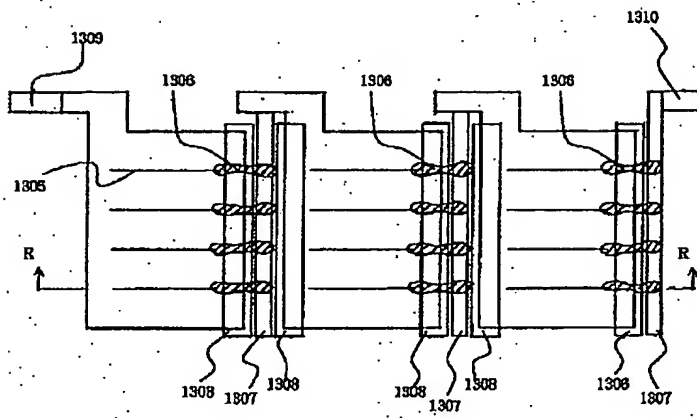




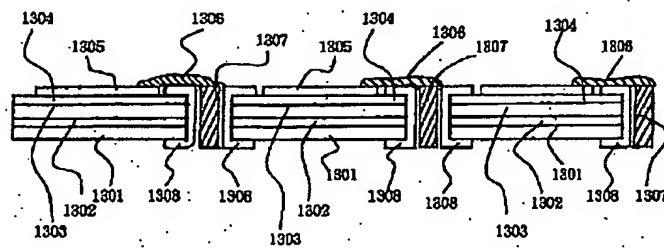
【図12】



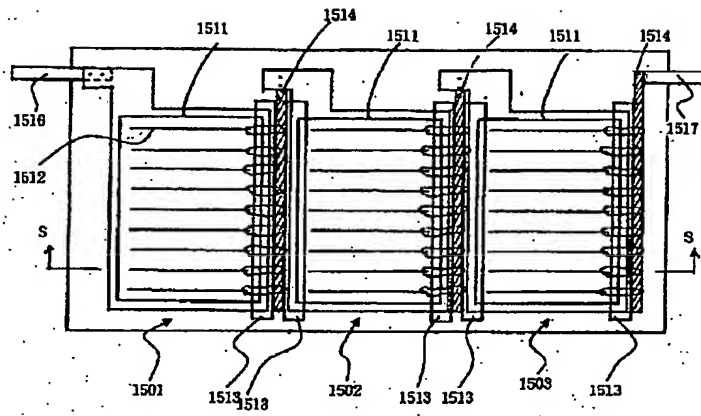
【図13】



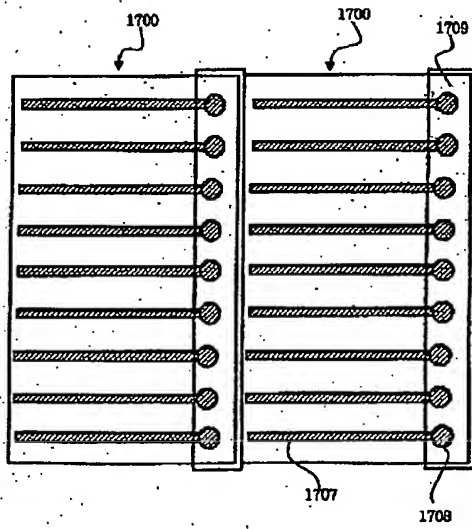
【図14】



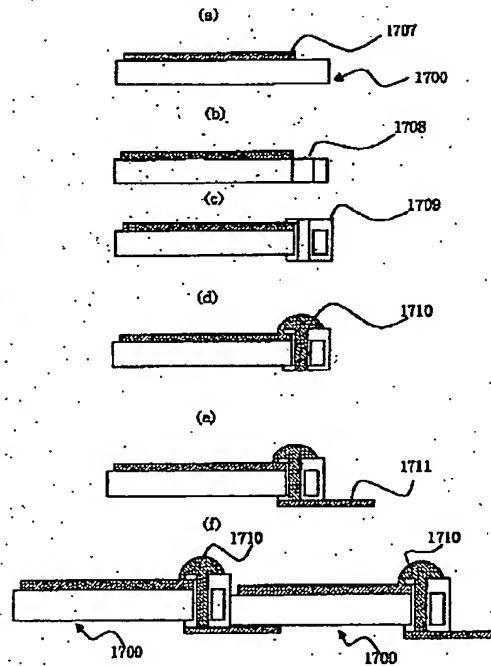
【図15】



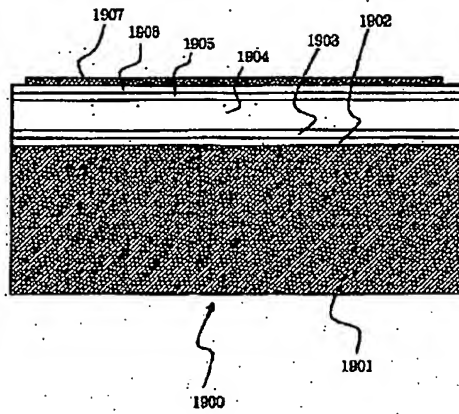
【図17】



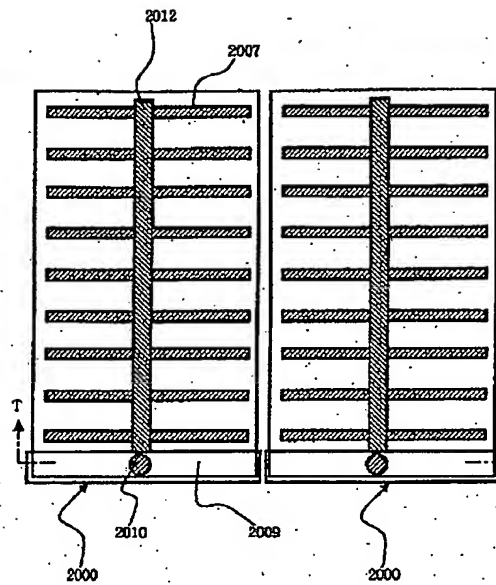
【図18】



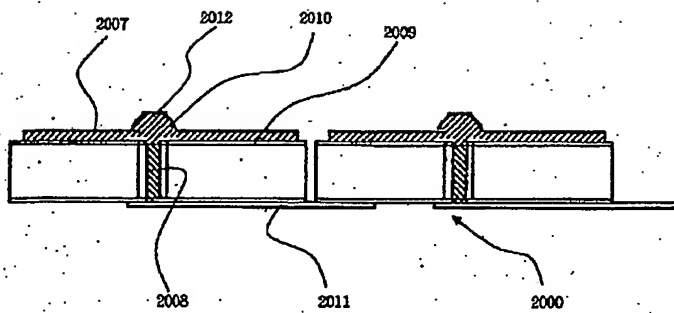
【図19】



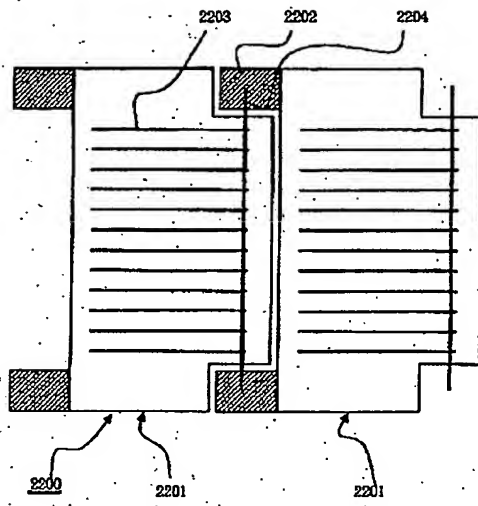
【図20】



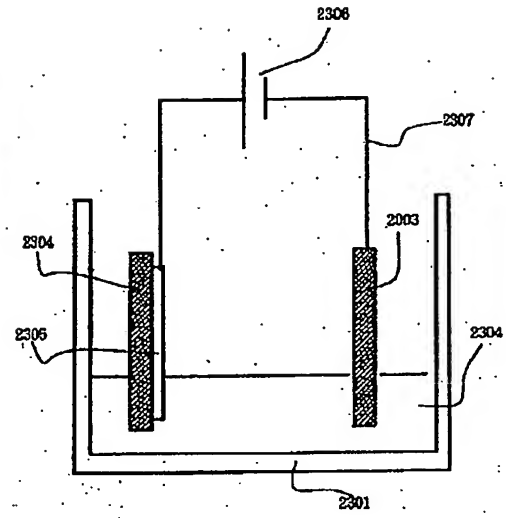
【図21】



【図22】



【図23】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**